INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEPEACA.



Tablero Didáctico de PLC

Guzmán A.
(ITS Tepeaca)

e-mail: guba7401@hotmail.com

Volumen 2.
Número 1.

Recibido: Marzo 2011.
Revisado: Abril 2011.
Publicado: Mayo 2011.



Tablero Didáctico de PLC

Guzmán A.
(ITS Tepeaca)

e-mail: guba7401@hotmail.com

Volumen 2.
Número 1.

Resumen.

Este proyecto tiene como intención diseñar y construir un tablero didáctico basado en Controladores Lógicos Programables (PLC). Hemos de utilizar el PLC LOGO de Siemens o bien el PLC STEP 7 de la misma marca. Con este proyecto se dará inicio a la involucración de los alumnos a las múltiples formas de automatización existentes.

Palabras Clave: PLC, Automatización, Siemens LOGO, STEP 7.

1. Introducción

El desarrollo del trabajo surge como respuesta a la necesidad de implementar una celda de manufactura integrando un tablero de PLC (Controladores Lógicos Programables), para el Laboratorio de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca.

Automatización industrial, manejo de motores y bandas transportadoras entre otros muchos procesos industriales son llevados a cabo por estos controladores a diario en los diferentes estamentos de la industria, por tanto, los estudiantes no pueden estar fuera de este conocimiento y deben poseer bases que les permitan interactuar en el momento que lo requieran con estos dispositivos.

Dicho tablero didáctico presenta todos los elementos necesarios para realizar y/o simular procesos industriales.

2. Justificación

Es de gran importancia el conocimiento básico de PLC para cualquier Ingeniero, estos dispositivos manejan gran parte de la función de control en los procesos industriales. La rápida evolución de la industria es un factor por el cual se requiere mejorar el área de Laboratorios de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca mediante la implementación de una celda de manufactura basada en PLC.

Con la construcción de estos tableros se robustece entre otros el laboratorio de control y es posible implementar prácticas que equiparen a los estudiantes con el manejo y la programación de PLC.

3. Generalidades de los PLC

La presión existente por bajar los costos, la complejidad y los tiempos en los procesos de control y producción hace que los PLC estén cada vez más difundidos en las aplicaciones de automatización. También la rápida evolución de la industria es un factor que requiere de estos dispositivos para resolver las tareas de automatización.

Justamente el PLC que se maneja en éste trabajo (SIEMENS S7-200) conquista cada vez más campos de aplicación, puesto que es muy potente, su precio es sumamente atractivo y es fácil de usar.

¿Qué es un PLC?

El PLC (controlador lógico programable) también llamado autómata programable es un dispositivo electrónico programable, utilizado para cumplir funciones de automatismos lógicos y control de procesos de manufactura en ambiente industrial y tiempo real.

Anteriormente muchas de las tareas de control se solucionaban mediante relés y contactores. Esto con frecuencia era bastante engorroso y se denominaba control mediante lógica cableada. Se tenían que diseñar los diagramas de circuito, especificar e instalar los componentes eléctricos, y crear listas de cableado.
Entonces se debía cablear los componentes necesarios para realizar una tarea específica. Si se cometía un error, los cables tenían que volver a conectarse correctamente. Un cambio en su función o una ampliación del sistema requería grandes cambios en los componentes y su recableado.

Lo mismo, además de tareas más complejas, se puede hacer con un PLC. El cableado entre dispositivos y los contactos entre relés se hacen en un programa que se almacena en el la memoria del PLC. Aunque todavía se requiere el cableado para conectar los dispositivos actuadores, sensores y demás, éste es menos intensivo. La modificación de la aplicación y la corrección de errores son más fáciles de realizar. Es más fácil crear y cambiar un programa en un PLC que cablear y recablear un circuito.

Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca. Av. Tecnológico, S/N. San Pablo Actipan, Tepeaca. Tels. 01 (223) 27 51 449. www.itstepeaca.edu.mx, platino3079@hotmail.com

Como controlador digital, es capaz de tomar decisiones lógicas, realizar funciones combinatoriassecuénciales, contar, llevar control de tiempo, ejecutar operaciones con operandos de uno o más *bits*, convertir códigos, comparar y transferir información de diferentes tipos, etc.

Como controlador analógico, puede controlar procesos de una o más variables siguiendo algoritmos de control clásico o de diseño especial, puede procesar variables analógicas de entrada y de salida y puede realizar control no lineal.
Como dispositivo de interfase el PLC permite capturar información del mundo real discreto y análogo, y devolver señales de ambas características. Como parte de un sistema de comunicaciones el PLC se puede comunicar con otros a su vez mediante el empleo de redes locales. Como elemento de un sistema de inteligencia artificial se puede ver a un PLC fácilmente detectando fallas y generando diagnóstico.

Funcionamiento básico.

Un controlador lógico programable consiste en módulos de entradas, una CPU o procesador y módulos de salidas.Una entrada acepta una gran variedad de señales analógicas o digitales de diversos dispositivos como sensores, pulsadores entre otros, y los convierte en una señal lógica que puede usar la CPU, la cual toma las decisiones y ejecuta las instrucciones de control basadas en las instrucciones del programa de la memoria en la cual se almacena. Los módulos de salida convierten las instrucciones de control de la CPU en una señal digital o analógica (dependiendo del módulo de salida) que se puede usar para controlar diversos dispositivos como contactores, pilotos y muchos actuadotes más. Estas instrucciones especifican lo que debe hacer el PLC según una entrada especifica.

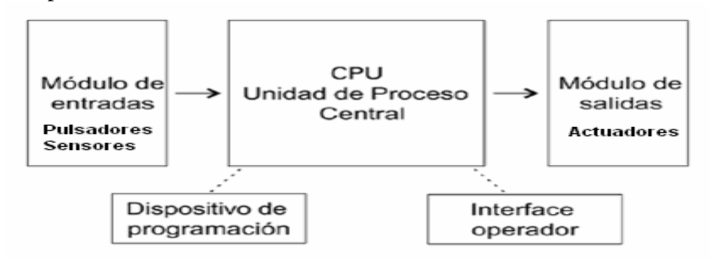


Figura 1. Estructura básica de un PLC.

En la figura 2 visualizamos un ejemplo más práctico en el cuál los pulsadores, conectados a las entradas del PLC, pueden usarse para arrancar y parar un motor conectado a través de un actuador a la salida, en este caso un contactor.

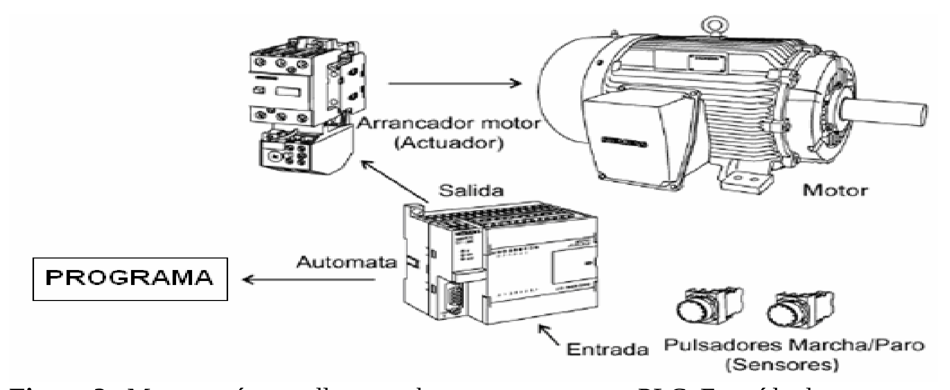


Figura 2. Muestra cómo se lleva a cabo un proceso en un PLC. Extraído de

El PLC lee el estado de las entradas (Pulsadores).

Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca. Av. Tecnológico, S/N. San Pablo Actipan, Tepeaca. Tels. 01 (223) 27 51 449. www.itstepeaca.edu.mx, platino3079@hotmail.com

El programa almacenado en el PLC utiliza las entradas para evaluar la lógica. Durante la ejecución del programa, el PLC actualiza los datos.
El PLC escribe los datos en las salidas y arranca el motor mediante el contactor.

Estructura interna.

Al igual que la mayoría de los sistemas que se basan en procesadores, los PLC cuentan con elementos internos similares como lo son: Procesador o CPU, memorias internas, memorias de programas, interfaces de entrada y salida, buses de direccionamiento y de datos, puertos, periféricos y fuente.
El secuenciador en este caso estará conformado por las interfaces tanto de entrada como de salida, al igual que por la CPU o procesador.

En el siguiente diagrama se muestra de forma más detallada cada una de las partes constitutivas de un PLC.

La CPU realiza operaciones de tiempo (ya sea trabajando con retardos o temporizando), de secuencia, de combinación, de automantenimiento y retención Interfaces de entrada y salida que establecen la comunicación entre la CPU

y el proceso, cumpliendo funciones tales como: filtrado, adaptación y codificación de las señales de entrada, decodificación y amplificación de las señales de salida que se han generado durante la ejecución del programa.

La Memoria que permite el almacenamiento de datos del programa (RAM),

el sistema operativo (ROM), el programa de usuario (RAM no volátil o EEPROM), configuración de PLC (ROM o RAM no volátil para parámetros configurables), rutinas de arranque (ROM) y rutinas de chequeo (ROM). El programador es el dispositivo mediante el cual es posible introducir al PLC el programa previamente ya elaborado con el fin de controlar el proceso o los procesos elegidos. Este es interfase entre el procesador y el usuario. Está constituido principalmente por un *display*, un teclado con comandos lógicos y de servicio.
Los periféricos en un PLC son empleados para hacer una supervisión del proceso, ninguno de estos forma parte del circuito interno del PLC; algunos de estos son: monitor de vídeo, impresora, unidad de disco, *leds*, teclados; etc.

Algunas ventajas brindadas por el PLC.

- Menor tamaño físico que las soluciones de cableado
- La realización de cambios es más fácil y más rápida.
- Los autómatas llevan integradas funciones de diagnóstico.

Programación del PLC

Para una correcta y eficaz programación del PLC se debe contar con una computadora medianamente moderna, de un software especial que depende de la marca y del modelo de cada PLC o en su defecto de una programadora manual, la cual es similar a una calculadora. También se requiere que estos elementos estén conectados físicamente a través de un cable (PPI) que se conectan a los puertos de comunicaciones de cada elemento.

Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca. Av. Tecnológico, S/N. San Pablo Actipan, Tepeaca. Tels. 01 (223) 27 51 449. www.itstepeaca.edu.mx, platino3079@hotmail.com

Figura 4. Elementos necesarios para programar un PLC. Extraído de Sistemas de automatización S7 – 200(Edición española).

Los lenguajes empleados en la programación de los PLC son distintos y variados; luego, la norma IEC 1131 los estableció en cinco lenguajes específicos, los cuales son:

- Diagrama de funciones secuénciales (FBD).
- Diagrama de bloques.
- Diagramas de escalera (LD).
- Lenguajes estructurados.
- Lista de instrucciones.

Siendo dentro de estos los más comunes y utilizados actualmente (los que se utilizaran en el laboratorio):

- AWL (Lista de instrucciones). Similar a Assembler.
- KOP (Esquema de contactos). Editor LD (Diagrama de escalera)
- FUP (Diagrama de funciones) Editor FBD (Diagrama de bloques funcionales)

Editor AWL (Lista de instrucciones).

El editor AWL (Lista de instrucciones) permite crear programas de control introduciendo la nemotécnica de las operaciones. Por lo general, el editor AWL se adecua especialmente para los programadores expertos ya familiarizados con los sistemas de automatización y con la programación lógica. El editor AWL también permite crear ciertos programas que, de otra forma, no se podrían

Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca. Av. Tecnológico, S/N. San Pablo Actipan, Tepeaca. Tels. 01 (223) 27 51 449. www.itstepeaca.edu.mx, platino3079@hotmail.com

programar con los editores KOP ni FUP. Ello se debe a que AWL es el lenguaje nativo de la CPU, a diferencia de los editores gráficos en los que son aplicables ciertas restricciones para poder dibujar los diagramas correctamente.

Editor KOP (Esquema de contactos).

El editor KOP (Esquema de contactos) permite crear programas con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos. KOP es probablemente el lenguaje predilecto de numerosos programadores y encargados del mantenimiento de sistemas de automatización. Básicamente, los programas KOP hacen que la CPU emule la circulación de corriente eléctrica desde una fuente de alimentación, a través de una serie de condiciones lógicas de entrada que, a su vez, habilitan condiciones lógicas de salida. Por lo general, la lógica se divide en unidades pequeñas y de fácil comprensión llamadas “segmentos” o “networks”. El programa se ejecuta segmento por segmento, de izquierda a derecha y luego de arriba a abajo. Tras alcanzar la CPU el final del programa, comienza nuevamente en la primera operación del mismo.

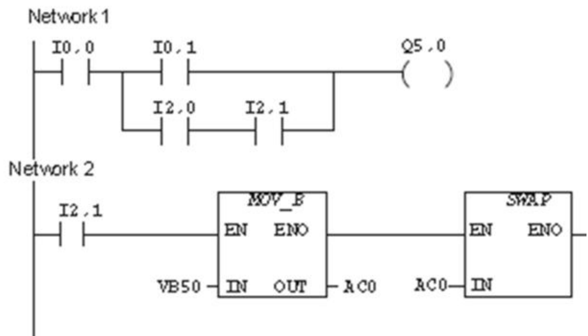


Figura 5. Esquema de programación en KOP. Extraído del Manual del sistema de automatización del SIMATIC S7 - 200 SIEMENS.

Las operaciones se representan mediante símbolos gráficos que incluyen tres formas básicas. Como muestra la figura 5, se pueden conectar en serie incluso varias operaciones de cuadros.

- **Contactos:** representan condiciones lógicas de “entrada” tales como interruptores, botones, condiciones internas, etc.
- **Bobinas:** representan condiciones lógicas de “salida” tales como lámparas, contactores, relés interpuestos, condiciones internas de salida, etc.
- **Cuadros:** representan operaciones adicionales tales como temporizadores, contadores u operaciones aritméticas.

Editor FUP (Diagrama de funciones).

El editor FUP (Diagrama de funciones) permite visualizar las operaciones en forma de cuadros lógicos similares a los circuitos de puertas lógicas. En FUP no existen contactos ni bobinas como en el editor KOP, pero sí hay operaciones equivalentes que se representan en forma de cuadros. La lógica del programa se deriva de las conexiones entre dichas operaciones de cuadro. La figura 6 muestra un ejemplo de un programa creado con el editor FUP.

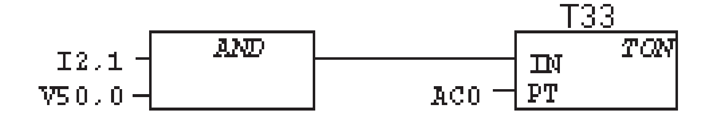


Figura 6. Programa en FUP. Extraído del Manual del sistema de automatización del SIMATIC S7 - 200

Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca. Av. Tecnológico, S/N. San Pablo Actipan, Tepeaca. Tels. 01 (223) 27 51 449. www.itstepeaca.edu.mx, platino3079@hotmail.com

SIEMENS

GUÍA PRELIMINAR PARA EL LABORATORIO DE PLC

Plc siemens s7 – 200.

La gama S7-200 comprende diversos sistemas de automatización pequeños (Micro-PLC´s) que se pueden utilizar para numerosas tareas. La figura 7 muestra un Micro-PLC S7-200.

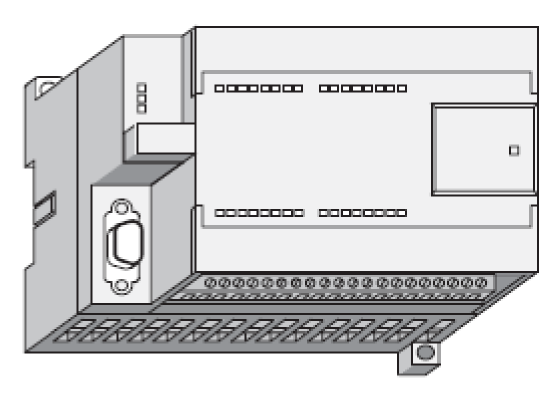


Figura 7. PLC SIEMENS S7- 200. Extraído de Sistemas de automatización S7–200(Edición española**)**

Gracias a su diseño compacto, su capacidad de ampliación, su bajo costo y su amplio juego de operaciones, los Micro-PLC´s S7-200 son especialmente apropiados para solucionar tareas de automatización sencillas. Además, los diversos tamaños y fuentes de alimentación de las CPU´s ofrecen la flexibilidad necesaria para solucionar las tareas de automatización.

El PLC a utilizar en el laboratorio el S7 – 200 CPU 226, el cual consta de 24 entradas y 16 salidas digitales con posibilidad de adaptar módulos de ampliación para entradas y salidas análogas.

Software.

El software utilizado para la elaboración de programas y programación del PLC es el STEP 7-Micro/WIN 32 el cual es un programa de fácil manipulación y versatilidad a la hora de usarlo.

STEP 7-Micro/WIN cuenta con un sistema de ayuda online muy efectivo, tal como ya se conoce de otras aplicaciones Windows. Mediante el menú Ayuda recibe informaciones entre otras sobre el Contenido o los Juegos de operaciones de STEP 7-Micro/WIN.

Si se dispone de acceso a Internet, en la opción S7-200 en el Web del menú Ayuda podrá consultar y descargar a través de Internet informaciones, datos de catálogo, ejemplos y consejos.

4. Resultados

Listado de materiales

Para la realización de este trabajo fue necesario utilizar componentes tanto de carácter eléctrico como materiales constructivos, a continuación se presenta un listado detallado de ambos.

Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca. Av. Tecnológico, S/N. San Pablo Actipan, Tepeaca. Tels. 01 (223) 27 51 449. www.itstepeaca.edu.mx, platino3079@hotmail.com

Elementos Eléctricos:

Dispositivos eléctricos utilizados en el montaje

	Elementos	Cada Tablero	Total
1	PLC Siemens Simatic S7-200, CPU 226 DC.	1	4
2	Módulo de expansión EM 235	1	4
3	Display TD - 200	1	4
4	Fuente PLC Siemens Simatic,	1	4
5	Breaker Terasaki XE100NS, tripolar, 220V, 30 A.	1	4
6	Relé térmico, Lovato RF 25 23, 14-23 A.	1	4
7	Porta relé, Lovato G2 30.	1	4
8	Contactor, Lovato BF32C, 52 A, 600 Vac.	2	8
9	Relé salida de alterna	4	16
10	Fusible Cerámico, 3 A.	2	8
11	Porta fusible Cerámico.	2	8
12	Pulsador sencillo, Telemecanique Na.	3	12
13	Selector dos posiciones, Telemecanique Na-Na.	1	4
14	Pulsador doble, Telemecanique Na-Na.	1	4
15	Piloto luminoso VCP 22mm.	3	12
16	Switchera 8 posiciones.	1	4

Tabla 2. Elementos Eléctricos

43

Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca. Av. Tecnológico, S/N. San Pablo Actipan, Tepeaca. Tels. 01 (223) 27 51 449. www.itstepeaca.edu.mx, platino3079@hotmail.com

Elementos Adicionales

Materiales, accesorios y demás componentes necesarios para la sujeción de elementos y cableado del tablero. Se excluye de este listado los elementos y el material utilizado para el armazón como tal, puesto que la construcción de este fue delegada.

	Materiales	**Cada Tablero**	**Total**
1	Tornillos de ¼ * 1 ¼	45 Unidades	180 Unidades
2	Tornillos de ¼ * ¼	20 Unidades	80 Unidades
3	Arandelas de ¼.	60 Unidades	240 Unidades
4	Wasa de ¼.	45 Unidades	180 Unidades
5	Chapolas de ¼.	45 Unidades	180 Unidades
6	Tuercas de ¼.	60 Unidades	240 Unidades
7	Cable vehículo 12.	25 mt	100 mt
8	Cable vehículo 16.	25 mt	100 mt
9	Canaleta gris de 25 * 25 mm.	0.25 mt	1 mt
10	Terminal calibre 14	100 unidades	400 unidades
11	Terminales calibre 18	100unidades	400 unidades
12	Marcaciones AR1 diferentes #s y letras	Sin cuantificar	Sin cuantificar

Tabla 3. Elementos Adicionales.

5. Pruebas y simulaciones

Las pruebas efectuadas a los cuatro tableros para PLC para chequear su normal funcionamiento se resumen a continuación:

- Verificación visual y eléctrica (continuidad) de las conexiones entre los diferentes dispositivos.
- Verificación teórica y práctica de los requerimientos de corriente y voltaje y los valores nominales dE los conductores y las terminales empleadas.
- Pruebas de esfuerzo físico a la lámina y los materiales empleados en la construcción del panel.e

Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca. Av. Tecnológico, S/N. San Pablo Actipan, Tepeaca. Tels. 01 (223) 27 51 449. www.itstepeaca.edu.mx, platino3079@hotmail.com

- Pruebas de movilidad con el fin de garantizar su versatilidad en la implementación de las prácticas del Laboratorio.
- Pruebas de protocolos y software entre el programador y el PLC mediante el cable de interfase.
- Por medio de la Simulación de algunas de las prácticas diseñadas para el laboratorio en cada uno de los tableros, se realizó la prueba final observando el normal funcionamiento de bobinas y contactos de contactores, así como de elementos de protección (fusibles, breaker y relé térmico), diferentes pulsadores y pilotos luminosos.

6. Conclusiones

El diseño, la implementación y la posterior verificación de los cuatro tableros simuladores para PLC fueron realizados teniendo como base los preceptos adquiridos a través del pregrado. Materias tales como Máquinas Eléctricas, Laboratorio de Máquinas Eléctricas, Control Industrial, Laboratorio de Control Industrial, Fundamentos de Programación y Microprocesadores, entre otras, aportaron los elementos necesarios para realizar el cableado de los tableros y la programación de los PLC. Esto supone una adquisición de elementos importantes y valederos a lo largo de la carrera de Ingeniería Electrónica.

Los tableros realizados presentan todas las condiciones funcionales, estéticas y la robustez que demanda cualquier trabajo para los Laboratorios de Ingeniería Eléctrica-Electrónica de la U.P.B. Elementos de la mejor calidad conforman dichos tableros;Contactores y Relés Lovato, PLC Siemens, Pulsadores Telemecanique, entre otros, fueron proporcionados por la Universidad Pontificia Bolivariana.

Las pruebas realizadas a los cuatro tableros fueron de entera satisfacción, facilidad en las conexiones posteriores, facilidad en el desplazamiento, funcionamiento normal de todos los elementos eléctricos y compatibilidad con los elementos ya existentes en el Laboratorio proporcionan dicha conformidad. Se constituyen entonces en un esfuerzo importante en aras de reforzar el área de automatización y el conocimiento básico de manejo de PLC.

Las prácticas planteadas en la guía constituyen una fácil y adecuada instrucción para los estudiantes, presentando una escala ascendente en cuanto a complejidad se refiere; niveles bajos (conocimiento y manejo de PLC), niveles medios (manejo de contactores, arranque y frenado de motores) y niveles avanzados (utilización de sensores), posibilitan el rápido aprendizaje. La conjunción del montaje físico con las prácticas esbozadas en esta tesis configuran la posibilidad de constituir un Laboratorio exclusivo para Automatización. Mediante el uso de los tableros de PLC, la elaboración de las practicas propuestas y a través del trabajo dirigido se permitirá al estudiante la comprensión y entendimiento que necesita para afianzar sus conocimientos en estas aplicaciones tan importantes hoy en día en el ámbito del control industrial. La construcción de los tableros además de complementar la infraestructura establecida en los laboratorios de ingeniería eléctrica y electrónica, le posibilita al estudiante aplicar los conocimientos y capacidades adquiridas en diversas materias de la ingeniería, conjugándolas y elaborando procesos de pensamiento estructurado cuando los ejercicios de aplicación sean realizados, entrenando y afianzando así sus competencias a la hora de enfrentarse al mundo laboral. Mediante el desarrollo de este proyecto se ayuda a la docencia contribuyendo en forma directa, brindando herramientas de conocimiento y aplicación, que incrementan notoriamente la calidad de la formación profesional en la facultad. Los tableros de PLC utilizan tecnología que está a la vanguardia del mundo industrial y sus necesidades, lo cual es de gran importancia para la formación y preparación de los ingenieros de hoy.

7. Bibliografía

BETANCUR J, Patricia. Rediseño y Montaje de los Tableros de Control Industrial para el Laboratorio de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Medellín, 1998. 118p. Trabajo de Grado (Ingeniero Electricista). U.P.B.

Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca. Av. Tecnológico, S/N. San Pablo Actipan, Tepeaca. Tels. 01 (223) 27 51 449. www.itstepeaca.edu.mx, platino3079@hotmail.com

Facultad de Ingeniería Eléctrica.

BOLTON, W. Instrumentation and control systems. New York: Elsevier, 2004. ESCOBAR ZULUAGA, Antonio. Autómatas Programables o PLC. En: Electrónica y Computadores. Pereira. Vol 1, No 4 (1994);.

LEMA RESTREPO, José. Entrenador para PLC. Medellín, 2003. 126p.

Trabajo de Grado (Ingeniero Electricista). U.P.B. Facultad de Ingeniería Eléctrica. LOVATO. Catálogos Fabricante.

RAMOS R, Guillermo. Los PLC. En: Electrónica y Computadores. Pereira. Vol 4, No 3(1997); p 45-48.

SIEMENS. Catálogos Fabricante.

SIEMENS Manual de referencia del PLC Siemens S7-200, CPU 226. Alemania: SIEMENS S.A., 2000. 520p.

SIEMENS TD 200 Manual del usuario. Alemania: SIEMENS S.A., 2000. 134p. SIEMENS Manual de referencia del PLC Siemens S7-200, CPU 226. España:

SIEMENS S.A., 2000. 320p. TELEMECANIQUE.

VALENCIA GALLÓN, Hernán. Fundamentos de los Sistemas de Control Eléctricos, 2001. 320p.

Trabajo de Grado (Ingeniero Electricista). U.P.B. Facultad de Ingeniería Eléctrica.

Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca. Av. Tecnológico, S/N. San Pablo Actipan, Tepeaca. Tels. 01 (223) 27 51 449. www.itstepeaca.edu.mx, platino3079@hotmail.com